Aus dem Zahnärztlichen Universitäts-Institut zu Göttingen.
Direktor: Prof. Dr. Rebel.

Über das Verhalten der Wurzelhaut nach Pulpenexstirpation

auf Grund von experimentellen Untersuchungen von Zähnen, deren Pulpen unter Lokalanästhesie bezw. nach Arsenik-Beschickung exstirpiert wurden.

Inaugural-Dissertation

zur

Erlangung der Würde eines Doktors der Zahnheilkunde

einer hohen medizinischen Fakultät der
Georg August-Universität zu Göttingen

vorgelegt von

HEINRICH BETHE,
approb. Zahnarzt aus Göttingen.

Göttingen 1925.
Druck der Dieterichschen Universitäts-Buchdruckerei
(W. Fr. Kaestner).

Referent: Prof. Dr. Rebel.

Tag der mündlichen Prüfung: 22. Mai 1925.

R. UNIV.
BIBLIOTHEEK
LEIDEN

Literatur.

Euler, Arsenik, Arsenikersatz, Arseniklösungen. Deutsche Zahnheilkunde, 1921, Heft 47.

— Neuere Pulpadevitalisationsmittel, (Roth: »Giftlos», Jakoby-Fränkel: »Paraformaldehyd«, Schäfer: »Kolloidaler Arsenik«) und die Unterschiede in ihrer Wirkung auf Pulpa und Wurzelhaut. Deutsche Zahnärztliche Wochenschrift, 1924, Heft 19.

Fischer, Guido, Die lokale Anästhesie in der Zahnheilkunde. (Lehrbuch 1911).

Rebel, Doris, Literarische und histologische Untersuchungen über die sogenannte Arsenperiodontitis. Diss. Erlangen, 1920.

Rebel, Hans-Hermann, Arsenstudien. I. Arsen- oder Injektionsanästhesie. Dtsche. Monatsschr. f. Zahnheilkunde, 1924, Heft 3-4.

— Neuere Pulpadevitalisationsmittel (. . . .) und die Unterschiede in ihrer Wirkung auf Pulpa und Wurzelhaut. Deutsche Zahnärztliche Wochenschrift, 1924, Heft 19.

Schröder, Wirkung des Arsenik auf die Wurzelhaut. Korrespondenzblatt für Zahnärzte, Oktober 1912, Heft 4.

Die Vorgeschichte der Behandlung der Pulpa- und Wurzelhauterkrankung führt uns in die Zeit des 18. Jahrhunderts zurück. Hunter war der erste, der um das Jahr 1750 die vollständige Entfernung der erkrankten Pulpa empfohlen hat. Eine weitere Verbreitung fand dieses Verfahren aber erst in der zweiten Hälfte des 19. Jahrhunderts, als im Jahre 1836 John Spooner in Montreal die arsenige Säure zum „Abtöten" der Pulpa erstmals empfahl. Seitdem hat die „Arsenmethode" zur Devitalisation der Pulpa ihre beherrschende Stellung in der Zahnheilkunde behauptet. Schließlich trug Adolf Witzel mit dazu bei, frühzeitig den Wert der Lister'schen Ideen erkennend, das schwierige Thema der Wurzelbehandlung in die richtigen Wege zu leiten. — Das Bestreben, Arsenik durch eine andere weniger gefährliche Verbindung zu verdrängen, ist ja nicht neu. So z. B. wurden Mittel empfohlen, wie Carbolsäure, Argentum nitricum, Chlorzink, auch Enzyme und Fermente, aber keins derselben kommt der Wirkung des Arsenik hinsichtlich Sicherheit und Schnelligkeit gleich. Man sah sich somit gezwungen, sich des in die Tiefe wirkenden Arseniks weiterhin zu bedienen, um eine gute Abtötung und schmerzlose Extraktion der Pulpa zu erzielen.

Um nun eine kurze Übersicht über die Anschauungen der einzelnen Autoren zu gewinnen, sei kurz auf die mit unserem Thema in Zusammenhang stehende Literatur im folgenden eingegangen. Dabei soll natürlich nur das Wesentlichste aus der Literatur wiedergegeben werden, aus dem man erkennen wird, daß die Ansichten der einzelnen Autoren nichts weniger als einheitlich und übereinstimmend

sind. Was die Wirkung des Arsenik auf die Wurzelhaut betrifft, so vertritt Dependorf den Standpunkt, daß die „reizende mortifizierende“ Wirkung der arsenigen Säure zumal bei ihrer ausgesprochenen Tiefenwirkung auch über das foramen apicale hinausgehen könnte. Andere Autoren treten ebenfalls für eine durch die Arsenwirkung zustandegekommene Periodontitis ein; so äußert sich z. B. Lipschitz folgendermaßen: „Die Periodontitis nach Arseneinlagen ist nur dann ätiologisch auf diese zurückzuführen, wenn die Periodontitis vorher nicht schon bestanden hat. In fast allen anderen Fällen, wo vor Einlage der Arsenpaste die Wurzelhaut gesund gewesen ist, sind die periodontischen Erscheinungen unbedingt eine Folge der Arseneinlagen“. Es kann sich hier natürlich nur um eine Behauptung handeln, die erst bewiesen werden müßte.

Im Gegensatz dazu steht Schröder, der wohl das Verdienst in Anspruch nehmen darf, als erster histologische Untersuchungen über die Wirkung des Arseniks auf die Wurzelhaut vorgenommen zu haben, die er im Jahre 1912 der Öffentlichkeit mitteilte. In diesen Versuchen an Eckzähnen älterer Hunde, in die nach Freilegung der Pulpa Arsenik über 8 Tage eingeschlossen wurde, stellte er merkliche Veränderungen der Wurzelhaut insbesondere an der Wurzelspitze fest. Schröder sagt: „Es fallen uns stark erweiterte Blutgefäße innerhalb der besonders an der Wurzelspitze stark entzündlich infiltrierten Wurzelhaut auf, die stellenweise den Eindruck einer eitrigen Entzündung macht. Außerordentlich zahlreiche polynucleäre Leukocyten finden sich in dem reichlich mit frischen Zellen durchsetzten Gewebe der Wurzelhaut, das übrigens Farbstoffe gut annimmt und dadurch deutlich differenziert erscheint. Von einer direkten nekrotisierenden Wirkung des Arsenik ist nichts wahrzunehmen, offenbar hat es auf dem Wege von der Applikationsstelle bis zur Wurzelhaut an seiner Giftwirkung in dem Maße eingebüßt, daß es nicht mehr zerstörend auf die Wurzelhaut und das apicale

Gewebe wirkt, sondern nur entzündungserregend in Verbindung mit den von ihm zerstörten und durchsetzten Massen der Pulpa". Die an seinem Tierversuch gefundene Wurzelhautentzündung führt Schröder auf die stark chemotaktische Wirkung der vom Arsenik durchdrungenen Pulpamassen zurück. Er beobachtete das Fehlen aller jener Erscheinungen, die man auf eine direkte Arsenikwirkung zurückführen könnte. Er beobachtete ferner, daß dem Fortschreiten der nekrotisierenden Wirkung des Arsenik am foramen apicale ein Hemmnis entgegentritt. In seinen Schlußfolgerungen vertritt er dann den Standpunkt, daß in den meisten Fällen entzündlicher und schmerzhafter Wurzelhautreizungen nach Arsenik weniger die direkte chemische Wirkung dieses Mittels als vielmehr die Reize durch den unter der Giftwirkung zustandegekommenen Zerfall der Pulpa als Ursache anzusprechen sind.

Doris Rebel dagegen stellte 1920 in einer Arbeit aus dem Zahnärztlichen Institut Erlangen fest, daß es tatsächlich eine Periodontitis arsenicosa gibt. Sie vertritt die Meinung, daß man Unrecht tut, wenn man dem Arsenik alle nach der Applikation auftretenden Wurzelhautreizungen zur Last legt, obwohl die Möglichkeit einer fortgeleiteten unmittelbaren Einwirkung auf das Periodontium für vereinzelte Fälle zugegeben werden müßte. In dieser Arbeit wird folgendes hervorgehoben: „Als Arsenikwirkung in der Wurzelhaut kann nur das Nichtverschwinden der Erscheinungen trotz Fortbehandlung der Pulpa und gleichzeitig das Ausbleiben eines eitrigen Prozesses gedeutet werden". Hierfür ist es Doris Rebel auch gelungen, den histologischen Nachweis zu führen, daß auch in der Wurzelhaut der Arsenik seine Wirkung als Plasmagift äußern kann. An Hand histologischer Untersuchungen an zwei zur Extraktion gelangten Zähnen, bei denen nach Arsenikeinlagen schwere Wurzelhautentzündungen auftraten, wurden Gewebsveränderungen an der

Wurzelhaut festgestellt, durch die Doris Rebel zu folgenden Schlußfolgerungen in ihrer Arbeit gelangte:

1. Die Möglichkeit einer Durchwirkung der Arsenikeinlage auch bei ausgebildeten Zähnen auf die Wurzelhaut kann als erwiesen gelten.
2. Die Weiterwirkung hängt in erster Linie von dem Zustand der Wurzelpulpa ab. Je leistungsfähiger die letztere, umso mehr wird sie durch Kalkablagerung im Gewebe auf den Arsenreiz reagieren; je mehr Kalkablagerungen, umso geringer die Weiterleitung (bedeutet Abnahme von säftehaltigem Gewebe). Je weniger Kalkablagerungen, umso deutlicher das Übergreifen auf die Wurzelhaut.
3. Große Dentikel behindern die Weiterleitung der Arsenwirkung wie auch die der Infektion.
4. Das Durchgreifen der Arsenwirkung durch das foramen apicale läßt sich vor allem an den Nerven durch den Myelinzerfall feststellen; in schwereren Fällen kommt es daneben auch zu Veränderungen, selbst zu starken Nekrosen des Bindegewebes. Eine Veränderung der Gefäßwände und Blutungen konnten nicht nachgewiesen werden.
5. Die Veränderung der Gewebe durch die unmittelbare Arsenwirkung ruft eine Anreicherung von Rund- und anderen Zellen hervor, die in schweren Fällen einer regulären kleinzelligen Infiltration gleichkommt. Damit sind dieselben Symptome verbunden wie bei der infektiösen Periodontitis.
6. Die Arsenwirkung kann bei einem mehrwurzeligen Zahn in den verschiedenen Wurzelpulpen histologisch ganz verschieden sein und dementsprechend die Einwirkung auf die Wurzelhaut an den betreffenden foramina apicalia ganz fehlen, schwach oder stark ausgeprägt sein.“

Da nun die Durchwirkungsmöglichkeit von Arsenik durch eine Kronen- und Wurzelpulpa hindurch als er-

wiesen angesehen werden kann, so war klar, daß mindestens die Arseniksubstanz aus unserem Arzneischatz verschwinden müßte. Ein Verschwinden könnte ermöglicht werden entweder durch den vollständigen Ersatz durch ein anderes Mittel oder dadurch, daß wir uns auf Lösungen beschränken, die in ihrer Konzentration nicht über den wirklichen Bedarf an Arsenik hinausgehen. Die Versuche über Arsenik, Arsenikersatz und Arseniklösungen, die auf Veranlassung von Euler angestellt wurden, haben bis heute aber noch kein vollbefriedigendes Ergebnis gezeitigt, sodaß Arsenik bis jetzt noch seinen angestammten Platz in der Zahnheilkunde behauptet hat.

Die Vorstöße von den verschiedensten Autoren gegen die „Arsenmethode" konnten natürlich mit Recht nicht ausbleiben, da ja unbedingt noch die Aufgabe bestehen blieb, ein besseres Mittel als gerade das von uns angewandte Arsenik zu finden und dem Idealzustand näher zu kommen. Aus diesen Beweggründen heraus mehrten sich gerade in allerletzter Zeit die Stimmen, die alte Spooner'sche Methode der „Arsenabätzung" der Pulpa für den Zahn als verderblich anzusehen und demzufolge eine Anwendung von Arsenik für diese Zwecke zu verwerfen. Die Frage ist wieder besonders akut geworden, seit in den letzten 7 Jahren zunächst von amerikanischer Seite, dann aber auch von manchen deutschen Autoren Schritte unternommen worden sind, die Extraktion der Pulpa grundsätzlich nicht mehr nach Arsenik-Beschickung, sondern unter Lokalanästhesie vorzunehmen. So entwickelte sich die „Injektionsmethode". In Amerika teilt diese Ansicht vor allem Prinz, in Deutschland sind es Gottlieb, Schröder, Guido Fischer, die sich zur Pulpenexstirpation der Injektion bedienen. Alle genannten Autoren, die sich jetzt für das restlose Aufgeben des Arsenik zur Abätzung der Pulpa einsetzen, traten noch vor Jahren für die unbedingte Beibehaltung der „Arsenmethode" ein. Wie kommen diese Autoren zu der plötzlichen Änderung ihrer Auffassung?

Gottlieb, der 1919 noch die Arsenikeinlage auf 48 Stunden empfiehlt, tritt nunmehr grundsätzlich für die Extraktion der Pulpa in Lokalanästhesie ein. Zu diesem Schritt sah sich Gottlieb veranlaßt, weil wir die Tiefenwirkung des Arsenik nicht regeln können und der Arsenik ein foramen apicale nicht kennt.

Auch Schröder sah sich durch die Beobachtungen der Amerikaner und auf klinische Beobachtungen hin veranlaßt, Anhänger der Injektionsmethode zu werden, wie dies aus einem Vortrag, im Zentralverein 1922 gehalten, hervorgehen muß.

Schließlich hat sich Guido Fischer zu dieser Anschauung bekannt und stellte in einem Aufsatz: „Die Bedeutung der örtlichen Betäubung in der konservierenden Zahnheilkunde“ die Behauptung auf, daß Arsenik und antiseptische Einlagen nur noch für Ausnahmefälle vorhanden, in der Regel aber völlig vermeidbar seien, denn er fand, „daß zahlreiche Komplikationen im Verlauf von Wurzelbehandlungen sowohl auf septische, proteolytische als auch auf medikamentöse Reize zurückzuführen sind, die durch den Apex auf die Wurzelhaut wirken. Eins der stärksten medikamentösen Gifte ist Arsen, dem die üblichen Kanaldesinfizienzien mehr oder weniger nahe stehen. Ein unter solchen Giften stehender Wurzelkanal läßt die Wurzelhaut nicht zur Ruhe kommen und liefert, solange der Kanal unter ihrem Einfluß steht, ständig neue Reize“. Die unter Anästhesie erfolgte Pulpaentfernung mit sofortiger Wurzelfüllung dagegen kommt nach Guido Fischer dem erstrebten Idealzustand einer „hochwertigen“ Wurzelbehandlung gleich, zumal die frischen Wurzelpulpen nicht vorbehandelter Zähne sich sogar besser und leichter entfernen lassen sollen. Fischer berichtet, daß sich die Wurzelfäden der Pulpa in ihrer Hauptmasse dann regelmäßig entfernen lassen, Seitenwege oder apicale Ästchen, die evtl. zurückbleiben, sind ohne Bedeutung, weil diese durch die sofortige Wurzelfüllung mit Guttapercha (unter

Cofferdam) hermetisch und fest eingeschlossen werden. Die am Foramen entstehende Gewebswunde wird unter peinlicher Beobachtung der Asepsis bei sofortiger Wurzelfüllung reaktionslos abheilen. Er schreibt: „Mit den am Foramen zurückgebliebenen lebenden Gewebsresten wird jede Wurzelhaut fertig, nicht aber mit jenen aus dem mit nekrotischen Pulparesten besetztem oder mangelhaft gefülltem Kanal dauernd übertretenden Giften, die teils zerfallenem Gewebseiweiß, teils Mikroorganismen, teils Medikamenten entstammen". Obwohl der klinische Erfolg durch die gebräuchlichen medikamentösen Mittel in kurzer Zeit eine Erlösung von qualvollen Schmerzen sichert und die Schäden der Arsenbehandlung auszugleichen scheint, so vertritt Fischer trotzdem die Meinung, „daß die bei der Pulpitis gebräuchlichen Medikamente, allen voran das Arsen, die Wurzelhaut aufs schwerste schädigen". „Ich behaupte, daß jede Arseneinlage den Keim zur Gangrän der Wurzelpulpa in sich trägt, daß jede weitere Zellnekrose durch Phenole und Formaldehydpräparate eintritt, so daß die Erhaltung eines pulpalosen Zahnes von vornherein unwahrscheinlich ist, wenn nicht eine streng aseptische Exstirpation mit folgender solider Wurzelfüllung durchgeführt wird".

Macht es uns nun schon stutzig, daß Guido Fischer kurzerhand die bis jetzt fest eingewurzelte „Arsenmethode" auf Grund theoretischer Überlegungen über den Haufen wirft, so werden wir uns noch mehr wundern, wenn wir dieser Meinung Fischer's seine alte Anschauung, die aus den Jahren vor dem Kriege datiert, gegenüberstellen. Am besten lasse ich Guido Fischer über seine mit Injektion in der konservierenden Zahnheilkunde damals gesammelten Beobachtungen, die in seinem Buch über „Lokale Anästhesie" niedergeschrieben sind, selbst berichten. Er äußert sich hier folgendermaßen: „Man kann zwar bei Eröffnung der kranken Pulpa unter Anästhesie auch einen Teil der Kronenpulpa amputieren, aber weiter soll man unter Anästhesie

im allgemeinen nicht vorgehen. Von Vorteil kann die Anästhesie besonders bei Eröffnung solcher Zähne benutzt werden, die infolge von Dentikelbildung an Pulpitis erkrankt sind, zumal wenn die Krone selbst völlig intakt erhalten ist. Ich lege dann aber stets mein Kaustikum, das vortrefflich wirkt". Nach Fischer's alter Ansicht reißen bei Exstirpation unter Lokalanästhesie die Pulpen häufig in einzelne Fetzen, die man nur mit großer Unsicherheit beseitigen könnte. Nach diesem Autor sind meist kaum zu stillende Blutungen in der Tiefe der Wurzelstümpfe unangenehme Begleiterscheinungen, „sodaß eine ungenügend gesicherte ödematöse Demarkationszone am foramen apicale resultiert, die erst nach einer konsekutiven Periodontitis allmählich schwindet, im Falle einer Infektion vom Kanal her jedoch zur eitrigen Wurzelhautentzündung führt und die Erhaltung des Zahnes überhaupt in Frage stellt. Was wird aus den zurückgebliebenen Pulpenstümpfen, die nicht nekrotisiert wurden? Sie sind die Ursache langwieriger Reizungen pulpitischer und periodontischer Erkrankungen, die nur auf dem Wege der Kauterisation bekämpft werden können. Wenn ich daher die Forderung aufstelle, die Anästhesie nicht zur Pulpa- und Wurzelbehandlung als Mittel zur Schnellkur zu benützen, so will ich verhüten, daß die so glänzende Methode der Injektionsanästhesie durch eine unsachgemäße Anwendungsweise in Mißkredit kommt". In diesem Punkte geht Guido Fischer auch mit Schröder konform, der erst kürzlich davor warnte, das Kaustikum auf Kosten der Lokalanästhesie beiseite zu setzen, da letztere nur ein willkommenes Hilfsmittel bleibt.

Das war nun die alte Auffassung von Guido Fischer u. a. Klingt das nicht etwas anders als heute? Da wir uns die alte eingebürgerte Ansicht dieser Autoren genau veranschaulicht haben, so müssen wir die Frage aufwerfen, mit welchen positiven Unterlagen sie den plötzlichen Umschwung ihrer Meinung begründen. Nach ihrer Ansicht

wäre von der „Arsenmethode“ auch nicht ein Baustein übrig geblieben, da sie die früher als richtig erkannte Methode jetzt nur noch als Hilfsmethode und deren Ausübung als Kunstfehler bezeichnen. Die fast plötzliche Einstellung der genannten Autoren nimmt uns besonders wunder, da es doch auffallen muß, daß außer Schröder und Doris Rebel kein Autor, der sich mit Arsenstudien befaßte, die Wurzelhaut arsennekrotischer Pulpen histologisch untersucht hat. Aus diesem Grunde müssen wir der Ansicht aller Autoren — von Prinz bis Fischer — skeptisch gegenüberstehen. Sie alle haben anf Grund theoretischer Überlegungen und klinischer Beobachtungen eine verderbliche Giftwirkung der arsenbeschickten Pulpa auf Apex und Periodontium festgestellt, ohne auch nur histologische Untersuchungen vorgenommen zu haben. Hans-Hermann Rebel äußert sich dazu folgendermaßen: „Auf solch zweifelhafte, subjektive und abstrakte Grundlagen gestützt, nun ein altes, bisher zur Zufriedenheit von allen geübtes Verfahren a limine abzutun und an dessen Stelle ein ebensowenig systematisch geprüftes und nachgeprüftes Verfahren zu setzen, scheint mir untunlich“. Auch Euler äußerte sich als Erwiderung auf den Vortrag von Schröder: „Die Behandlung der Pulpa“ folgendermaßen: „Es scheint mir fraglich, ob die „Injektionsmethode“, die Schröder hier gezeigt hat, sich wirklich so allgemein anwenden läßt. Ich glaube, daß wir auf Arsenik vorerst nicht verzichten können“.

Auf Veranlassung von Hans-Hermann Rebel werden in dem Zahnärztlichen Institut zu Göttingen umfangreiche Versuchsreihen angestellt, um uns in der objektiven Erkenntnis der wahren Sachlage weiter voranzubringen. Damit soll nun aber durchaus nicht den Injektionsanhängern, die uns ihre objektive Beweisführung für ihre bis jetzt noch unbegründet gewechselte Anschauung schulden, vorgegriffen werden, da eine Auseinandersetzung der beiden Richtungen unbedingt erwartet werden muß. Die Versuche und klinischen

Beobachtungen werden unter Anwendung aller zur Verfügung stehenden Hilfsmittel, wie z. B. durch Röntgenuntersuchung, durch die Induktionsmethode, durch Kaudruckmessung usw., an ausgedehntem Material vorgenommen, die natürlich noch nicht zu einem Abschluß gekommen sein können. Schließlich seien noch die chemisch-toxikologischen Untersuchungen von Heinze durch die Marsh'sche Probe erwähnt, um so über den wirklichen Verbleib des Arsenik aufgeklärt zu werden. Und endlich soll dann das histologische Bild der Wurzelhaut von Zähnen herangezogen werden, bei denen die Pulpa entweder unter Arsenik oder unter Lokalanästhesie exstirpiert wurde.

Aus diesem Grunde bleibt es Aufgabe der nun folgenden eigenen Tierversuche, sich an Hand histologischer Untersuchungen ein objektives Bild über das wirkliche Verhalten des Periodontium zu verschaffen, um, wenn möglich, histologische Unterschiede zwischen der „Arsen- und Injektionsmethode" feststellen zu können.

Eine endgültige Aufklärung kann man natürlich aus meinen Versuchen nicht erwarten, da die vorliegende Streitfrage durch viele, wie schon kurz angedeutet, parallellaufende Untersuchungen geklärt werden soll. Ebenfalls möchte ich auch an dieser Stelle darauf hinweisen, daß große Vorsicht geboten erscheint, Vorgänge am Versuchstier ohne weiteres auf menschliche Verhältnisse übertragen zu wollen, da wir sonst bei unserer experimentellen Forschung zu vollkommen falschen Schlüssen kommen können.

Es soll also lediglich durch meine Tierversuche am Hund versucht werden, eine Lücke in den bereits begonnenen mannigfaltigen Versuchsanordnungen im Göttinger Zahnärztlichen Universitätsinstitut auszufüllen, um nach Möglichkeit eine Klärung der gegenwärtigen Meinungsverschiedenheiten in der „Arsen- und Injektionsmethode" herbeizuführen.

Was nun den Versuch selbst anbetrifft, so sei folgendes erwähnt: Die Versuche wurden an zwei kräftigen, mittel-

großen Hunden mit gut und stark ausgebildetem Gebiß ausgeführt. Beide Hunde waren 1 Jahr alt, was sich auch durch eine Kontroll-Röntgenaufnahme der Eckzahnwurzelspitze bestätigte (vgl. Anatomie des Hundes). Die Betonung des Alters der Hunde ist hier durchaus nicht zu unterschätzen, da natürlich Masse und Blutreichtum, desgl. der Durchmesser des foramen apicale, wegen der später einsetzenden Verkalkung vom Alter des Hundes abhängen und bei der Beurteilung der „Arsen- bzw. Injektionswunde" sehr ins Gewicht fallen müssen. Die Eckzähne meiner Hunde weisen beispielsweise noch ein weites Foramen auf, während die Foramina der Schneide- und Reißzähne bereits fertig ausgebildet sind.

Um nun von der Versuchsanordnung ein genaues Bild zu gewinnen, soll der Vorgang der Operation mit einigen Worten beschrieben werden. Rund 1-1½ Stunden vor der Operation wurden subkutan 2 ccm einer 5prozentigen Lösung von Morphinum hydrochloricum injiziert, um das Excitationsstadium bei der nun darauf folgenden Äthernarkose auf ein Minimum zu reduzieren. War die tiefe Äthernarkose eingetreten, so konnte die Maske entfernt werden und die Applikation der Arsenikeinlagen vorgenommen werden. Im Verlaufe der Versuche ergab sich, daß die Morphininjektion vollkommen zur Operation ausreichte, ohne ein heftiges Reagieren des Hundes beim Anschneiden der Pulpa befürchten zu müssen. Nachdem das Operationsfeld trockengelegt und gründlichst mit Jodtinktur bestrichen war, wurde eine Kavität an der buccalen Seite des Zahnes in Größe eines starken Kegelbohrers angelegt und die Pulpa eben angeschnitten. Auf die Pulpa wurde dann Arsenik, mit Karmin gefärbt und mit einer 5prozentigen alkoholischen Lösung von Paramonochlorphenol zur Paste angerührt, in Stecknadelkopfgröße gebracht und mit Harvardzement verschlossen. Die Arsenikeinlage blieb 48 Stunden liegen, da ja diese Zeitdauer zur Devitalisation der Pulpa in der Klinik auch an Patienten inne-

gehalten wird und der Arsenik bereits nach zwei Tagen den Weg bis zum foramen apicale zurückgelegt hat. Um nun ein gewisses Schema in die Gruppierung der Zähne bei meinen Tierversuchen hineinzubringen, hielt ich streng daran fest, die Zähne der rechten Kieferhälfte nur für Arsenikversuche zu verwenden, während auf der linken Seite die korrespondierenden Zähne ausschließlich für die Pulpenexstirpation unter Lokalanästhesie zurückbehalten wurden.

Für diese Versuchsreihe wurden nur der dritte Incisivus, der Fangzahn und der große Reißzahn gewählt, da bei dieser Anordnung eine gegenseitige Beeinflussung, wie man sich dies bei unmittelbar benachbarten Zähnen denken könnte, wegen des relativ großen Zwischenraumes unmöglich war.

Die weiteren Operationen nach 48stündiger Liegezeit der Arsenikeinlage gestalteten sich nun folgendermaßen: Nachdem ebenfalls wieder der Hund nach der Morphininjektion mit Äther narkotisiert worden war, legte man unter Beobachtung peinlichster Sterilität zunächst die „Arsenzähne“ unter Cofferdam und bedeckte den übrigen Körper des Hundes mit sterilen Tüchern, so daß nur noch das Operationsfeld freilag. Dann ging man mit Sorgfalt daran, den „Arsenzahn“ zu öffnen und die Pulpa lege artis zu exstirpieren. Trat evtl. eine Blutung aus dem Kanal auf, so versuchte man dieselbe mit einer in Suprarenin getauchten und mit steriler Watte umwickelten Millernadel zu stillen. Nach beendeter Ausräumung des Kanals — bei Blutung natürlich auch nach restloser Blutstillung — wurde der Zahn wieder mit Kupferamalgam und Harvardzement verschlossen, ohne daß auch nur irgendein Antiseptikum mit den Kanälen in Berührung gekommen wäre. Eine Wurzelfüllung wurde eben deshalb nicht gelegt, da sonst die Heilungsvorgänge der Wunde am Apex unter anderen Bedingungen gestanden hätten. Ich möchte nochmals betonen, daß diese Vorgänge sich unter streng aseptischen Kautelen abspielten.

War man mit diesen Zähnen fertig, so ging man noch in derselben Sitzung daran, die den „Arsenzähnen“ korrespondierenden der linken Seite zu den Injektionsversuchen heranzuziehen. Der Hergang der Operation war derselbe, nur mit dem Unterschied, daß die Pulpen unter terminaler subperiostaler Plexusanästhesie entfernt wurden. Zur Injektion wurden für jeden Zahn 2 ccm der gebräuchlichen Novokain-Suprareninlösung verwandt. Nach Herausnahme der Pulpen und nach evtl. Blutstillung mit Suprarenin wurden die Kanäle nach außen hin wiederum mit Kupferamalgam und Harvardzement verschlossen. Auch hier blieben die durch Entfernung der Pulpa geschaffenen Hohlräume leer, ohne mit irgend einem Antiseptikum in Berührung gekommen zu sein.

Um nicht daran gebunden zu sein, alle Präparate zur gleichen Zeit herstellen zu müssen, hielt ich es für zweckmäßig, die Versuche etappenweise vorzunehmen. Damit bestand auch die Möglichkeit, vielleicht eine bessere Veranschaulichung der biologischen Vorgänge am Apex, da die Operationen zu verschiedenen Zeitabschnitten vorgenommen wurden, erwarten zu können.

Der erste Hund lieferte mir 12 und 8 Wochen-, der zweite 4 und 2 Wochenpräparate.

Anschließend gebe ich einige kurze statistische Aufzeichnungen über Ausführung und klinische Beobachtungen, die während der einzelnen Operationen niedergeschrieben wurden.

Hund I.

Zwölfwochenpräparate.

a) Die „Anästhesiezähne“:

^{3}J = Blutung-Suprarenin-CuAmalgam-Harvardzement

^{+}C = starke Blutung-Suprarenin-CuAmalgam-Harvardzmt.

$_{+}C$ = starke Blutung-Suprarenin-Cu-Harvard

b) Die „Arsenzähne“:

J^3 = keine Blutung-Cu-Harvard

C^+ = starke Blutung-Suprarenin-Cu-Harvard

C_+ = geringe Blutung-Suprarenin-Cu-Harvard

Achtwochenpräparate.

a) Die „Anästhesiezähne“:

^+R = beim Eröffnen starke Blutung — distal Pulpa in toto exstirp. — Blutung gering — mesiale Pulpa in toto — Blutung stark — temporäre Tamponade mit Suprarenin — immer noch geringe Blutung — Cu-Harv.

$_3J$ = keine Blutung — Pulpa $^2/_3$ entfernt — Cu-Harv.

$_+R$ = beim Eröffnen starke Blutung — mesiale Pulpa in toto entfernt — temporäre Tamponade mit Suprarenin — geringe Blutung — Cu-Harvard.

b) Die „Arsenzähne“:

R^+ = keine Blutung — Pulpa in toto exstirp. — Cu-Harv.

J_3 = leichte Blutung — Pulpa in toto exstirp. — Suprarenin — Cu-Harvard.

R_+ = distal leichte Blutung — mesial keine Blutung — Pulpa in toto exstirp. — Cu-Harvard.

Hund II.

Vierwochenpräparate.

a) Die „Anästhesiezähne“:

^3J = Pulpa in Fetzen entfernt — starke Blutung — Suprarenin — Cu-Harvard.

^+C = Pulpa in Fetzen entfernt — sehr starke Blutung (nicht ganz zum Stehen gebracht) — Suprarenin — Cu-Harvard.

^+R = Pulpa in toto entfernt — Blutung gering — Suprarenin — Cu-Harvard

b) Die „Arsenzähne“:

J^3 = Pulpa in toto entfernt — mäßige Blutung — Suprarenin — Cu-Harvard

C^+ = Pulpa in Fetzen entfernt — sehr starke Blutung — Suprarenin — Cu-Harvard

R^+ = Pulpa in toto exstirpiert — geringe Blutung — Suprarenin — Cu-Harvard

Zweiwochenpräparate.

a) Die „Anästhesiezähne“:

${}_3J$ = Pulpa anämisch total exstirpiert — Suprarenin — Cu-Harvard

${}_+C$ = Pulpa in Fetzen — starke Blutung — Suprarenin — Cu-Harvard

${}_+R$ = Pulpa in toto mesial und distal exstirp. — Blutung — Suprarenin — Cu-Harvard

b) Die „Arsenzähne“:

J_3 = gelockert — Pulpa total exstirpiert — geringe Blutung — Suprarenin — Cu-Harvard

C_+ = Pulpa in Fetzen — geringe Blutung — Suprarenin — Cu-Harvard

R_+ = mesiale Pulpa in toto exstirp. — distale in Fetzen — geringe Blutung — Suprarenin — Cu-Harv.

Waren nun beim ersten Hunde 12, beim zweiten 4 Wochen nach der ersten Operation verstrichen, wie ich es zur Durchführung der Versuchsreihen vorgesehen hatte, so wurde durch Chloroformnarkose der Exitus herbeigeführt.

Anschließend wurden sofort die Zähne mitsamt dem umgebenden Kieferknochen ausgesägt und in Formalin gelegt, um dann im histologischen Laboratorium weiter verarbeitet zu werden.

Es sei nun auf die Ergebnisse der histologischen Präparate im folgenden eingegangen.

1. Zweiwochenpräparate mit offenem Foramen.

a) Der „Anästhesiezahn“ (II; $_{+}$C).

Makroskopisches Bild: Schon makroskopisch betrachtet, fällt der leere Wurzelkanal und ein deutlich erkennbarer kleiner Pulpenstumpf am weit offenen Foramen apicale auf. Besonders markant tritt neben dem verbreiterten supraapicalen Periodontium ein Hohlraum hervor, der lateral längs der einen Seite der Zahnwurzel ungefähr 6 mm heraufreicht. In der Breite erreicht dieses cystenähnliche Gebilde eine Ausdehnung von 2,5 mm.

Mikroskopisches Bild: Betrachten wir nun das Präparat unter dem Mikroskop, so weist der gut gefärbte kurze Pulpenstumpf einen dunkleren Saum nach dem sonst leeren Wurzelkanal hin auf. Dieser Saum setzt sich aus einer traumatischen schmalen Gewebszone, die rasch in zelligvaskuläres Granulationsgewebe von geringer Breite übergeht, zusammen. Dann folgt eine in Richtung auf die nekrotische Zone gerichtete Fibrillenzone, die in Verbindung mit der Wurzelhaut steht. Am foramen apicale, das in diesem Schnitt eigenartig ampullenförmig ausgeweitet erscheint, kann man erkennen, daß die Zementbildung keine Störung erfahren hat, sondern dieselbe weiter fortschreitet. Sehen wir uns nun den bereits makroskopisch sichtbaren Hohlraum an der einen Seite der Zahnbeinzementwand bei stärkerer Vergrößerung an, so stellen wir fest, daß die dunkler gefärbte Randzone keine Epithelialisierung, wie man vielleicht zuerst vermuten könnte, aufweist, sondern aus zahlreichem, vaskularisiertem Gewebe besteht. Es handelt sich hier um eine falsche Zyste, auch Zystoid genannt, mit einer Art Endothelauskleidung, die dadurch zustandegekommen ist, daß an mehreren Stellen die längslaufenden weiten gefüllten Gefäße nach dem Lumen zu geplatzt sind und nun nach Entleerung ihres Inhaltes größere Partien der Hohlraumwandung einsäumen. Der Zellgefäßschicht folgt eine Balgzone, die viel Makrophagen auf-

weist, schließlich kommt die dem Knochen unmittelbar anliegende Partie mit zahlreichen Osteoklasten, die den Knochen resorbieren. Die dem Pulpenstumpf gegenüberliegende Knochenpartie der Alveole zeigt dagegen schon wieder beginnenden Knochenanbau.

b) Der „Arsenzahn" (II; C_+).

Wir sehen auch hier wiederum, daß sich über dem weit offenen foramen apicale ein zystenähnlicher Hohlraum gebildet hat, der mit dem leeren Wurzelkanal sich in Kommunikation befindet. Die Dentinzementschicht an der einen Seite der Wurzelspitze ragt frei von jeglichem Weichgewebe ungefähr 1 mm in diesen Hohlraum hinein, während sich auf der gegenüberliegenden Seite an das Zahnbein nach dem Pulpenkavum zu ein etwa 3 mm breiter homogen aussehender Gewebsstreifen anlegt. Auf eine ausführlichere Beschreibung dieses Präparates soll hier verzichtet werden, da das Wesentlichste mit dem vorhergehenden Präparat übereinstimmt.

2. Zweiwochenpräparate mit geschlossenem Foramen.

a) Der „Anästhesiezahn" (II; $_+R$).

Makroskopisches Bild: Auch hier ist der Wurzelkanal bis auf kleine Reste unmittelbar am Apex leer. In dem Granulationsgewebe des stark am Apex verbreiterten Periodontalraumes finden sich mehrere dunklere zirkumskripte Herde.

Mikroskopisches Bild: Die Verbreiterung des Periodontalspaltes am Apex wird durch ausgedehnte Resorptionslakunen im Alveolarknochen, mit Osteoklasten besetzt, bestätigt; am Zement dagegen konnte keine Resorption beobachtet werden. Die Zellherde erweisen sich als typische Infiltrationen im Periodontium rings um den Apex herum. Die größeren Infiltrationsherde neigen teilweise schon zu

zentraler Einschmelzung. Wir finden zentral in den Herden mehr Leukozyten uud wenig Plasmazellen, peripher Makrophagen.

b) Der „Arsenzahn“ (II; R_+).

Makroskopisches Bild: Es fällt ein kleiner Pulpenstumpf im untersten Abschnitt des sonst leeren Wurzelkanals auf. Das Bild der Wurzelhaut läßt von irgendeiner pathologischen Veränderung in derselben nichts erkennen.

Mikroskopisches Bild: Eine stärkere Vergrößerung läßt uns den Pulpenstumpf in drei Zonen erscheinen, nämlich erstens eine schmale nekrotische Zone nach dem Pulpenkavum zu, zweitens eine zellreichere Schicht die Plasmazellen und Makrophagen aufweist, und drittens kommt eine Zone mit deutlich hervortretenden Regenerationserscheinungen. Wir finden hier, daß zahlreiche Dentinsplitter, bei Extraktion der Pulpa durch die Nadel in den Kanalfundus gebracht, von osteoidem Gewebe gleichsam eingemauert oder einzementiert werden. Es handelt sich also um einen beginnenden Zementverschluß des Apex.

3. Vierwochenpräparate mit offenem Foramen.

a) Der „Anästhesiezahn“ (II; ^+C).

Makroskopisches Bild: Der Wurzelkanal, der in der Hauptsache wieder leer ist, zeigt im apicalen Abschnitt eine Auskleidung seiner Wandung mit Pulparesten. Über dem Apex schließt sich ein annähernd kreisförmiger, erbsengroßer Hohlraum an, der durch ein schmales quer über das foramen apicale laufendes Band vom Pulpenkavum getrennt erscheint.

Mikroskopisches Bild: Wir müssen uns das quer über das foramen apicale laufende Band als Membran vorstellen, die den supraapicalen Hohlraum gegen den Wurzelkanal abschließt. Auch bei diesem Hohlraum handelt es sich wieder um eine falsche Zyste. Der das Lumen einfassende

Balg dieser falschen Zyste, der zwei unterschiedliche Zonen aufweist, liegt dem Alveolarknochen, der sich in Resorption befindet, an. Der Hohlraum wird zunächst von einem schmalen, homogenen Bande eingefaßt, das stellenweise auf dem Haematoxylin-Eosin-Präparat große runde, gleichmäßig rötlich gefärbte Blasen aufweist (keine Fremdkörper, keine Hefezellen, keine Russel'schen Körperchen). Darauf folgt die zellärmere Bindegewebszone, welche die Verbindung mit dem Knochen herstellt. — Die schon makroskopisch sichtbare Pulpensubstanz, die den Zahnbeinwänden im apikalen Teil des Kanales angelagert ist, besteht aus einer dunkel gefärbten nekrotischen Zone nach dem Pulpenkavum zu, der sich eine Gewebszone anschließt, die durch verwischte Konturen, homogene Färbung und verdämmernde Zellen charakterisiert ist. Es handelt sich hier um den Vorgang der Nekrobiose. Das auf diese Schicht folgende Zahnbein befindet sich im Zustand starker Resorption.

b) Der „Arsenzahn“ (II; C^+).

Makroskopisches Bild: Der Wurzelkanal erscheint bis auf geringe wandständige Pulpenreste leer. Im übrigen gleicht das Bild dem des vorhergehenden Präparates, denn auch hier finden wir einen ungefähr erbsengroßen Hohlraum über dem offenen Foramen, der wiederum durch ein allerdings erheblich breiteres Gewebsband gegen den Wurzelkanal abgegrenzt ist.

Mikroskopisches Bild: Bei stärkerer Vergrößerung erweisen sich die den Hohlraum gegen das Pulpenkavum zu abgrenzenden Gewebspartien als Granulationsmassen von fibrillärem Charakter. Die innere Zone umzieht den Hohlraum in unregelmäßiger Schicht und erscheint nicht homogen. Bei der darauf folgenden Schicht, die dem in Resorption befindlichen Knochen anliegt, finden wir teilweise fibrilläres Bindegewebe, das stellenweise ein leicht ödematöses Netzwerk aufweist. Vom Fundus der Alveole aus sieht man neugebildete Fibrillenzüge gegen die zellreiche

Zystenzone ziehen. Die Pulpenreste im Kanal sind gut erhalten und zeigen eine gute Färbbarkeit.

4. Achtwochenpräparate mit geschlossenem Foramen.

a) Der „Anästhesiezahn“ (I; $^{+}$R).

Makroskopisches Bild: Der Wurzelkanal erscheint leer. Im Periodontalspalt, der erheblich verbreitert ist, treten vor allen Dingen zahlreiche kleine Hohlräume mannigfacher Gestalt hervor, die der Wurzelhaut, makroskopisch betrachtet, ein weitmaschiges Aussehen verleihen.

Mikroskopisches Bild: Die einzelnen Kanälchen der regio ramificationis finden wir mit Leukozyten besetzt. Das ausgedehnte Granulationsgewebe im Gebiet über dem Apex weist zahlreiche Einschmelzungen auf, die vorwiegend aus Leukozyten bestehen. An übrigen zelligen Bestandteilen finden wir Plasmazellen und wenig Makrophagen. Was nun das Wurzelzement anbetrifft, so befindet sich dasselbe an mehreren Stellen in fortschreitender Resorption. Auch an dem Alveolarknochen kann man besonders an der Alveolenkuppe Resorptionen nachweisen.

b) Der „Arsenzahn“ (I; R^{+}).

Es sollen hier beide Wurzeln beschrieben werden, da der Befund an der zweiten Wurzel von dem der ersten verschieden ist.

1. Wurzel. Makroskopisches Bild: Etwa im unteren Drittel des Wurzelkanals ist noch Pulpengewebe erhalten, das schwächer gefärbt erscheint. Die Periodontalspalte erscheint wenig verbreitert.

Mikroskopisches Bild: Der noch vorhandene Pulpenstumpf ist netzartig atrophiert und deutet durch das homogene Aussehen und durch Anwesenheit weniger verdämmernder Zellen auf nekrobiotische Vorgänge hin. Die Kanälchen der regio ramificationis weisen sämtlich eine leukozytäre Infiltration auf. Von der Wurzelspitze aus

zieht in der Längsachse des Zahnes ein länglich ovaler Infiltrationsherd ungehemmt in die Tiefe, der nach den Seiten bereits durch Bindegewebszüge abgekapselt erscheint.

2. Wurzel. Makroskopisches Bild: Auch hier sind wieder schwachgefärbte Reste von Pulpengewebe im Wurzelkanal vorhanden. Die Periodontalspalte im apikalen Teil scheint wenig verbreitert; lateral im Zementzahnbein befindet sich ein ausgedehnter Defekt.

Mikroskopisches Bild: Die Pulpa ist netzartig atrophiert, deren vermehrten Gefäße erweitert und stasiert sind. Das Zahnbein befindet sich in schwacher Resorption: desgleichen stellen wir in den Endkanälchen Zementapposition und diffus einsetzende Verkalkung fest. Die dem apicalen Zementmantel anliegende Wurzelhaut ist normal erhalten, dagegen fallen einige pathologisch veränderte, dem Periodontium angrenzende und nach diesem sich öffnende Spongiosaräume als pathologisch verändert auf, die, etwa 2-3 an der Zahl, ganz geringe zelluläre Reaktion, eine hydropische Degeneration der Zellen und Endothelien aufweisen. Das morphologische Bild ist stark durch nekrobiotische Vorgänge verändert. Der angrenzende Knochen befindet sich stellenweise in geringer Resorption. Lateral an der einen Seite der Zahnbeinzementwand befindet sich in Höhe des nekrotischen Pulpenstumpfes eine große ovale Resorptionsbucht, die aus schwammigem weitmaschigem Granulationsgewebe mit wenig Fibrillen besteht.

5. Zwölfwochenpräparate mit offenem Foramen.

a) Der „Anästhesiezahn“ (I; $^{+}$C).

Makroskopisches Bild: Bei der Betrachtung fällt sogleich ein fast leerer Wurzelkanal auf. Am Kanalende ist das weit offene foramen apicale von einem gut gefärbten Pulpenstumpf, der nach dem Kanallumen hin ein schmales stark gefärbtes Band aufweist, begrenzt. Auf einem anderen Schnitte desselben Präparates zieht sich

von diesem Saum ein Band in die Tiefe und endet hier in Höhe der Wurzelspitze dicht am Zahnbein in leicht knopfförmiger Verdickung.

Mikroskopisches Bild: Wir sehen das makroskopische Bild bestätigt. Der Hauptteil des Pulpenkanales ist leer, während der Teil in unmittelbarer Nähe der Wurzelspitze mit Weichgewebe angefüllt ist, das zellreichen, faserigen Charakter aufweist. Desgleichen sind zahlreiche Fibroplasten und vereinzelte frische Blutungsherde nachweisbar. Entlang dem Zahnbein, soweit das Weichgewebe reicht, finden wir neugebildetes Osteoidgewebe, das mit dem Zahnbein verschmolzen ist. Das sich in geschwungenem Laufe auf dem Wurzelstumpf hinziehende dunkle Band erweist sich als gut erhaltenes Epithel, das sich aus einer Schicht von Zylinderzellen und darauf folgenden mehrreihigen Schicht von polymorphen kubischen Zellen zusammensetzt. Das sich in die Tiefe senkende Band nach dem Apex zu besteht gleichfalls aus Epithel, das in unmittelbarer Verbindung mit dem übrigen Epithelband steht. Die stärkere Epithelanhäufung unterhalb des Zahnbeinzementendes enthält einen zystisch entarteten Hohlraum. Die Fettfärbung läßt deutlich eine Verfettung der die Zyste begrenzenden Epithelzellen erkennen. Der Periodontalspalt über dem foramen apicale ist stark haubenförmig erweitert.

b) Der „Arsenzahn“ (I; C^+).

Makroskopisches Bild: Auch hier läßt sich der leere Wurzelkanal, das weit offene foramen apicale und der stark erweiterte supraapicale Periodontalraum erkennen. In der Weichgewebszone um den Apex herum sind zentral zwei kleine Hohlräume mit stark gefärbter schmaler Wand sichtbar.

Mikroskopisches Bild: Im Mikroskop betrachtet ist das weite Foramen von einem schmalen nekrotischen Band nach dem Kanal zu begrenzt. Einige Dentinsplitter befinden sich hier in Resorption. Der erweiterte Periodon-

talspalt wird von einem gefäß- und zellreichen Granulationsgewebe eingenommen, das reichlich Leukozyten und wenig Plasmazellen aufweist. Die zwei kleinen ungleichmäßigen Hohlräume mitten im Granulationsgewebe sind von mehrreihigem polymorphem Epithel begrenzt. Es handelt sich also um echte Zysten mit Plattenepithelauskleidung. Peripher sind von den Zysten aus Epithelzapfen in das benachbarte Granulationsgewebe hineingewachsen. Diese Zapfen sind am besten erhalten, während die Epithelpartien nach dem Zystenhohlraum zu bereits Degenerationsprozesse aufweisen. Auf die zellreiche Zone von Granulationsgewebe folgt eine zellarme, bindegewebige Zone mit starker Hyalinbildung; daran schließt sich die Resorptionszone entlang dem Alveolarknochen an.

Zusammenfassend möchte ich nun hier sagen, daß sowohl die „Arsen-“ als auch die Injektionsmethode Unzulänglichkeiten aufweist, sodaß wir den erstrebten Idealzustand mit keiner dieser Methoden bis jetzt erreicht haben. Es steht aber fest, daß die „Arsenmethode“ der „Anästhesiemethode“ vorzuziehen ist. So zählt Hans Hermann Rebel schon in seinen zuerst unternommenen Untersuchungen: „Arsen- oder Injektionsanästhesie“ folgende bemerkenswerte Grundsätze auf:

„1) Die auf die Exstirpation der arsenbeschickten Pulpa hin entstehende Wunde, die „Arsenwunde“, hat den anatomischen Charakter mehr einer modifizierten Schnittwunde.

2) Die in Lokalanästhesie geschaffene Wunde, die „Anästhesiewunde“, hat den anatomischen Charakter einer Quetsch- oder Rißwunde.

3) Die „Arsenwunde“ unterscheidet sich biologisch von der „Anaesthesiewunde“ durch die während mindestens 48 Stunden erfolgte Stimulierung der Wurzelhaut mit Arsenreizdosen.

4) Dadurch wird bezüglich Organisation und Funktion der mit dem Mutterorganismus im Zusammenhang

bleibenden Gewebsbestandteile die Reparation der Wunde und damit der Schutz der eröffneten Gewebspartien eingeleitet und vorbereitet.

5) Dahingegen trifft die Wundsetzung bei der Anästhesiebehandlung nicht nur inbezug auf Abwehr völlig unvorbereitete Gewebe, sondern diese werden durch die blutige Absetzung anatomisch physiologisch in einen ungünstigen Zustand inbezug auf Abwehr und Reparation gebracht.

6) Endlich kann man allgemein sagen, daß nach den vorliegenden Versuchen weder eine Schädigung des knöchernen Apex noch eine solche der lateralen oder apicalen Zementschichte, Wurzelhaut oder Alveolenkuppe stattfindet."

Auch in den vorliegenden Versuchen zeigt es sich, daß beim Arsenik, falls wie hier in unseren Präparaten die Reizgrenze nicht überschritten wird, der anregende stimulierende Einfluß für die Reparation der apicalen Wunde von Wichtigkeit ist. — Bei den „Arsenzähnen" fällt die starke zelluläre und fibroplastische Reaktion in der regio apicalis auf, bei den „Anästhesiezähnen" scheint der Prozeß ungehemmt weiterzuschreiten, das besonders klar an den Zähnen mit weit offenem Foramen hervortritt.

Doch finden wir auch bei den Zähnen mit fertig ausgebildetem Foramen bei den „Anästhesiezähnen" unbegrenzte Granulationswucherungen von ziemlich starker Ausdehnung. Bei den „Arsenzähnen" beobachteten wir dagegen stets lokalisiert ausgedehnte Prozesse in der Wurzelhaut und der Alveole.

Auf eine ideale Wundheilung, wie schon Adolf Witzel in den 70er Jahren richtig erkannt hatte, laufen schließlich letzten Endes alle unsere gegenwärtigen Bestrebungen hinaus. Nur auf diese große Basis der Ausheilung der apicalen Wunde gestellt, kann man an das soviel umstrittene Devitalisationsproblem herangehen.

Da in meinen Versuchen die Wundheilung am Apex sich selber überlassen wurde, ohne auch nur durch irgendein Mittel unterstützt zu werden, so scheint es dringend geboten, eine Therapie einzuschlagen, die eine Beeinflussung der Wunde im günstigen Sinne einer Bindegewebsanregung und der Hemmung der Leukozytose hervorruft, denn gerade die stärkeren Blutungen, aus denen Haematome und Zystoide bezw. Zysten sich entwickelten, scheinen die Vorgänge am Apex in pathologisches Geleise zu leiten.

Versuche von Hans-Hermann Rebel*) haben uns gezeigt, daß der erste morphologische Ausdruck der Arsenikwirkung im apicalparodontalen Gebiet des jungen Hundezahnes nicht vor 18 Stunden zu beobachten ist. Da nun aber in gewissen Fällen, wie erwiesen, der Arsenik eine große Gefahr für die Wurzelhaut und damit auch für den Bestand des Zahnes bedeuten kann, so muß unser Bestreben immer darauf gerichtet sein, wie schon einmal angedeutet, uns entweder durch vollkommenen Ersatz durch ein anderes Mittel vom Arsenik loszusagen oder aber Präparate herzustellen, die in ihrer Konzentration nicht über den wirklichen Bedarf an Arsenik hinausgehen und somit keine Gefahr mehr für den Organismus in sich bergen. — So sind von Euler und Rebel vor noch garnicht langer Zeit über das von Roth angepriesene Präparat „Giftlos“ und über kolloidalen Arsenik an Hand histologischer und klinischer Befunde Untersuchungen angestellt, die ergeben, daß auch mit diesen Präparaten nichts gewonnen wurde. Über ein anderes Mittel, nämlich den Paraformaldehyd, der ebenfalls in dieser Versuchsreihe einer eingehenden Prüfung im Tierexperiment unterzogen wurde, stellte man erfreulicherweise fest, daß bei keinem einzigen Versuche eine Gewebsschädigung der Wurzelhaut nachzuweisen war, doch zeigten sich noch Schwankungen in seiner Wirkung am Tierversuch.

*) Euler konnte diese Reaktionszeit anläßlich einer aus anderen Gründen unternommenen Versuchsreihe bestätigen.

Euler äußert sich dazu: „Die Fränkel'sche Paraformaldehydpaste bedeutet da, wo genügend Zeit zur Verfügung steht, eine wertvolle Bereicherung unserer Devitalisationsmittel, denn sie bewirkt wenigstens keine grobe Veränderung im Wurzelhautgewebe."

Stellen wir die neueren erst letzthin in den Handel gebrachten Devitalisationsmittel nebeneinander, so schneidet zwar der Paraformaldehyd von allen am günstigsten ab, aber nach Hans-Hermann Rebel fehlen ihm zwei wichtige Eigenschaften, nämlich erstens die prompte Devitalisationswirkung, die hier erst nach durchschnittlich 11 Tagen eintritt, zweitens konnte eine wie bei der Arsenikapplikation günstige stimulierende Wirkung sowohl histologisch wie klinisch nicht nachgewiesen werden.

Unser Bestreben soll nun stets darauf gerichtet sein, dem Ziele — die Erreichung des Idealzustandes in der Behandlung der Wurzelhaut — näherzukommen. In Wirklichkeit sind wir noch weit vom Ziel entfernt und nach wie vor gehört das „Arsenproblem" als eins der praktisch wichtigsten zu den mancherlei Fragen, die noch dringend weiterer Bearbeitung und Klärung bedürfen.

Anhang.

Abb. 1. Zweiwochenpräparat. Injektion (II; $_{+}$C).
a Pulpenkavum leer, b Dentinzementwurzel, c Hohlraum.

Abb. 2. Zweiwochenpräparat. Arsen (II; C_+).
a Kanal, b Dentinzementwurzel, c Hohlraum.

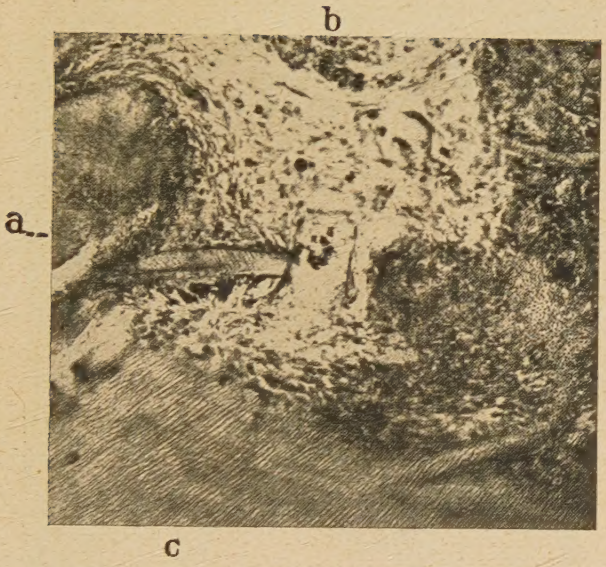

Abb. 3. Zementreparation. Zweiwochenpräparat. Arsen (II; R_+).
a Apex regio ramificationis, b Pulpa-Makrophagenherd, c „Zementierung“ von Dentinsplittern.

Abb. 4. Vierwochenpräparat. Injektion (II; $^{+}$C).
a Kanal, b Dentinzementwurzel, c Hohlraum-Zystoid.

Lebenslauf.

Ich, Heinrich August Rudolf Bethe, wurde am 2. Juni 1901 zu Northeim in Hannover als Sohn des Oberpostsekretärs Heinrich Bethe geboren. Seit meinem zweiten Lebensjahr wohnen meine Eltern in Göttingen, wo ich die Kaiser-Wilhelm II. Oberrealschule bis zur bestandenen Reifeprüfung Ostern 1921 besuchte. Vom Sommer-Semester 1921 ab studierte ich Zahnheilkunde an der Georg August-Universität zu Göttingen. Im Herbst 1922 bestand ich hier das zahnärztliche Vorexamen und nach weiteren vier Semestern im November 1924 das zahnärztliche Staatsexamen. Einige Wochen später erlangte ich die Approbation als Zahnarzt und war seit dieser Zeit an verschiedenen Orten als Vertreter tätig.